



INSTITUT TEKNOLOGI NASIOAL MALANG

SKRIPSI-ENERGI LISTRIK

**ANALISA KESTABILAN DINAMIK SISTEM AKIBAT INJEKSI PLTP
ULUMBU (ULUMBU ENERGY DYNAMIC) PADA KELISTRIKAN
MANGGARAI**

Surayadi Amra Putra

NIM:14.12.005

Dosen Pembimbing

Dr. Irrine Budi Sulistiawati. ST.,MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

PEMINATAN ENERGI LISTRIK

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI - ENERGI LISTRIK

**ANALISA KESTABILAN DINAMIK SISTEM
AKIBAT INJEKSI PLTP ULUMBU (ULUMBU
ENERGY DYNAMIK) PADA KELISTRIKAN
MANGGARAI**

Suryadi Amra Putra
NIM 14120005

Dr. Irrine Budi Sulistawati. ST.,
Dosen Pembimbing

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Februari 2019

**ANALISA KESTABILAN DINAMIK SISTEM
AKIBAT INJEKSI PLTP ULUMBU(ULUMBU
ENERGY.DYNAMIK) PADA SISTEM KELISTRIKAN
MANGGARAI**

SKRIPSI

Suryadi Amra Putra

NIM.14.12.005

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Program Studi Teknik Elektro S-1
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui:

Dosen Pembimbing



Dr. Irmawati Budi S., ST, MT

NIP. 197706152005012002

Disetujui dan Mengetahui:
Kepala Program Studi Teknik Elektro S-1



Dr. Irmawati Budi S., ST, MT

NIP. 197706152005012002



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
SANG NAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigurn-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (kantor) Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karangre Km. 2 Telp. (0341) 417626 Fax. (0341) 417624 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Suryadi Amra Putra
NIM : 14.12.005
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Energi Listrik
Masa Bimbingan : Semester Ganjil 2018-2019
Judul Skripsi : ANALISA KESTABILAN DINAMIK SISTEM
AKIBAT INJEKSI PLTP ULUMBU
(ULUMBU ENERGY DYNAMIK) PADA
KELISTRIKAN MANGGARAI

Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu
(S-1) pada:

Hari : Senin
Tanggal : 4 Februari 2019
Nilai : B+

Panitia Ujian Skripsi

Majelis Ketua Penguji

Dr. Irrine Budi Sulistawati, ST., MT
NIP. 1977061520005012002

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT
NIP.P. 1030100361

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Awan Uii Krismanto, ST., MT, PhD
NIP. 19800301

Dosen Penguji II

Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 1961050031992021001

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Suryadi Amra Putra
NIM : 1412005
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro/ Energi Listrik S-1
ID KTP / Paspor : 5304141809960001
Judul Skripsi : Analisis Kestabilan Dinamik Sistem Akibat
Injeksi PLTP Ulumbu Pada Sistem
Kelistrikan Manggarai

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang undangan yang berlaku.

Malang, Maret 2019
Yang membuat pernyataan



Suryadi Amra Putra
NIM 14.12.005

ANALISA KESTABILAN DINAMIK SISTEM AKIBAT INJEKSI PLTP ULUMBU (ULUMBU ENERGY DYNAMIK) PADA KELISTRIKAN MANGGARAI

Suryadi Amra Putra

14.12.005

Konsentrasi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro S-1
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo Km.2 Malang
Email : putrasuryadiamra@gmail.com

Abstrak

Adanya injeksi daya baru pada sistem dapat mempengaruhi kestabilan sistem yang sudah ada sebelumnya, oleh karena itu perlu dilakukan analisa kestabilan untuk mengetahui kestabilan sistem sebelum dan setelah injeksi daya baru dan juga untuk mengetahui performansi sistem setelah terjadi gangguan dengan memperhatikan perubahan besar yang terjadi pada tegangan, frekuensi dan sudut rotor. Hasil analisa dinamik sistem menunjukkan bahwa injeksi daya PLTP Ulumbu pada sistem kelistrikan Manggarai dapat membantu pasokan daya pada sistem dan memperbaiki profil tegangan pada bus 10 (20 kv) dengan memperhatikan perubahan tegangan sebesar 0.9846 pu dan frekuensi 50 Hz berada pada tegangan nominalnya dari kondisi normal. Pada saat terjadi gangguan 3 phasa pada deti ke 1 – 1.3 kestabilan tegangan mengalami penurunan tegangan sampai 0.8255 pu dan kestabilan frekuensi mengalami kenaikan sampai 50.5 Hz pada bus 10. Sedangkan sudut rotor mengalami perubahan sudut dan beroperasi pada titik kerja barunya. Setelah diinjeksikan PLTP Ulumbu 10 MW pada detik ke 2, kestabilan tegangan mengalami kenaikan sampai 0.8732 pu, kestabilan frekuensi tidak mengalami perubahan dari kondisi saat terjadi gangguan yaitu 50.5 Hz dan sudut rotor mengalami perubahan sudut beroperasi pada titik kerja barunya dan akan stabil dalam jangka waktu yang cukup lama pada titik kenerja barunya.

Kata Kunci – stabilitas dinamik, injeksi daya, kestabilan tegangan, kestabilan frekuensi, kestabilan sudut rotor.

ANALYSIS OF DYNAMIC STABILITY SYSTEM IN ULUMBU PLTP INJECTION (ULUMBU ENERGY DYNAMIC) IN MANGGARAI ELECTRICAL

Suryadi Amra Putra

14.12.005

Specialization in Electrical Energy Engineering
Bachelor of Electrical Engineering Study Program
Industrial Technology Faculty, Malang National Institute of
Technology Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang
Email: putrasuryadiamra@gmail.com

Abstract

The presence of new power injection in the system can affect the stability of the existing system because it is necessary to do a stability analysis to determine the stability of the system before and after the new power injection and also to determine the system performance after a disturbance by observing the large changes that occur in the voltage, rotor frequency and angle. The results of system dynamic analysis show that the power injection of the Ulumbu PLTP in the Manggarai electricity system can help supply power to the system and improve the voltage profile on bus 10 (20 kv) with respect to voltage changes of 0.9846 pu and 50 Hz at the nominal voltage from normal conditions. When there is a 3 phase disturbance in seconds to 1.3 - the voltage stability decreases to 0.8255 pu and frequency stability has increased to 50.5 Hz on bus 10. While the rotor angle changes its angle and operates at its new working point. After injecting the 10 MW Ulumbu PLTP in the 2 second, the stability of the voltage increases to 0.8741 pu, the frequency stability does not change from the condition when there is a disturbance which is 50.5 Hz and the rotor angle changes the operating angle at the new work point and will stabilize for a long period of time at the new performance point.

Keywords - dynamic stability, power injection, voltage stability, frequency stability, rotor angle stability.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa karena berkat dan rahmat-Nya, sehingga penyusunan laporan skripsi ini dapat diselesaikan. Penulis menyadari tanpa adanya usaha dan bantuan dari berbagai pihak, maka laporan skripsi ini tidak dapat terselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Ir. Yudi Limpraptono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT selaku Dosen Pembimbing.
5. Pimpinan dan staff PT. PLN (Persero) Wilayah Manggarai yang sudah membantu dalam memberikan data-data yang dibutuhkan.
6. Orang tua dan teman-teman yang sudah membantu penulis baik itu dalam bentuk materi dan dukungan doa yang selalu menyertai penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan pada laporan skripsi ini, oleh karena itu mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna perbaikan di masa yang akan datang. Akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat.

Malang, Februari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Stabilitas Sistem Daya.....	5
2.2 Analisa Steady State.....	6
2.2.1 Aliran Daya Menggunakan Metode Newton-Raphson.....	7
2.3 Analisa Dinamik.....	8
2.3.1 Stabilitas Sudut Rotor.....	9
2.3.2 Stabilitas Frekuensi.....	9
2.3.1 Stabilitas Tegangan.....	9
2.4 Etap Power Station.....	9
.	
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Sistem IEEE 9 Bus.....	15
3.1.1 Single Line Diagram Sistem IEEE 9 Bus.....	16
3.1.2 Data Pembangkit.....	17
3.1.3 Data Transformator.....	17
3.1.4 Data Beban.....	18
3.1.5 Data Saluran.....	18
3.2 Sistem Kelistrikan Manggarai.....	19
3.3 Pemodelan Simulasi.....	20

3.3.1 Single Line Diagram Sistem Kelistrikan Manggarai.....	20
3.3.2 Single Line Diagram PLTP Ulumbu	21
3.3.3 Inputan Data Penelitian.....	22
3.4 Jumlah Bus Sistem Kelistrikan Mnggarai.....	24
3.5 Software ETAP Power Station.....	24
3.6 Diagram Alir Pengerjaan.....	25

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... 27

4.1 Kestabilan Dinamik Pada Uji Coba Sistem IEEE 9 Bus.....	27
4.1.1 Kondisi normal Sistem IEEE 9 Bus.....	27
4.1.1.1 Kestabilan Tegangan Kondisi Normal.....	27
4.1.1.2 Kestabilan Frekuensi Kondisi normal.....	29
4.1.1.3 Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Normal.....	30
4.2 Kestabilan Dinamik Kondisi gangguan Tiga Phasa.....	31
4.2.1 Kestabilan Tegangan Kondisi Gangguan Tiga Phasa.....	31
4.2.2 Kestabilan Frekuensi Kondisi Gangguan Tiga Phasa.....	33
4.2.3 Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Gangguan Tiga Phasa.....	34
4.3 Kestabilan Dinamik Kondisi Injeksi Generator XY.....	35
4.3.1 Kestabilan Tegangan Kondisi Injeksi.....	35
4.3.2 Kestabilan Frekuensi Kondisi Injeksi.....	37
4.3.3 Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Injeksi.....	38
4.3.4 Perbandingan Setiap Kondisi Sistem IEEE 9 Bus.....	39
4.4 Kestabilan Dinamik Generator XY.....	41
4.4.1 Kestabilan Dinamik Kondisi Normal.....	41
4.4.1.1 Kestabilan Tegangan Kondisi Normal.....	41
4.4.1.2 Kestabilan Frekuensi Kondisi Normal.....	43
4.4.1.3 Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Normal.....	44
4.4.2 Kestabilan Dinamik Generator XY Kondisi Gangguan Tiga Phasa.....	45
4.4.2.1 Kestabilan Tegangan Kondisi Gangguan.....	45
4.4.2.2 Kestabilan Frekuensi Kondisi Gangguan.....	46
4.4.2.3 Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Gangguan.....	47
4.4.3 Perbandingan Setiap Kondisi Kestabilan Transien Generator XY.....	48
4.5 Kestabilan Dinamik Pada Sistem Kelistrikan Manggarai.....	50

4.5.1 Kestabilan Dinamik Kondisi Normal.....	50
4.5.1.1 Kestabilan Teganga Kondisi Normal.....	50
4.5.1.2 Kestabilan Frekuensi Kondisi Normal	51
4.5.1.3 Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Normal.....	53
4.5.2 Kestabilan Dinamik Kondisi Gangguan Tiga Fasa.....	54
4.5.2.1 Kestabilan Tegangan Kondisi Gangguan.....	55
4.5.2.2 Kestabilan Sudut Frekuensi Gangguan.....	56
4.5.2.3 Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Gangguan Tiga Fasa.....	57
4.5.3 Kestabilan Dinamik Kondisi Injeksi PLTP Ulumbu.....	58
4.5.3.1 Kestabilan Tegangan Kondisi Injeksi PLTP Ulumbu.....	59
4.5.3.2 Kestabilan Frekuensi Kondisi Injeksi PLTP Ulumbu.....	60
4.5.3.3 Kestabilan Dinamik Sudut Rotor Kondisi Injeksi PLTP Ulumbu.....	61
4.5.4 Perbandingan Setiap Kondisi Sistem Kelistrikan Manggarai dan Setelah Injeksi PLTP Ulumbu.....	63
4.6 Kestaban Dinamik PLTP Ulumbu.....	66
4.6.1 Single Line Diagram PLTP Ulumbu.....	66
4.6.2 Kestabilan Transien PLTP Ulumbu Kondisi Normal.....	67
4.6.2.1 Kestabilan Tegangan Kondisi Normal.....	67
4.6.2.2 Kestabilan Frekuensi Kondisi Normal.....	68
4.6.2.3 Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Normal.....	69
4.6.3 Kestabilan Dinamik PLTP Ulumbu Kondisi Gangguan Tiga Fasa.....	70
4.6.3.1 Kestabilan Tegangan Kondisi Gangguan Tiga Fasa.....	70
4.6.3.2 Kestabilan Frekuensi Kondisi Gangguan Tiga Fasa.....	71
4.6.3.3 Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Gangguan Tiga Fasa.....	72
4.6.4 Perbandingan Kestabilan Dinamik Setiap Kondisi PLTP U;umbu.....	73
BAB V PENUTUP.....	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran.....	77

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Pembangkitan Energi Panas Bumi.....	9
Gambar 2.2 Tampilan Awal ETAP Power Station	12
Gambar 3.1 <i>Single Line Diagram</i> Sistem IEEE 9 Bus	16
Gambar 3.2 Sistem Kelistrikan PT. PLN Rayon Manggarai	19
Gambar 3.3 Single Line Diagram Sistem Kelistrikan PT. PLN Rayon Manggarai	20
Gambar 3.4 Single Line Diagram PLTP Ulumbu	21
Gambar 3.5 Diagram Alir Analisis Kestabilan Dinamik Pada PLTP Ulumbu	25
Gambar 4.1 Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Normal	28
Gambar 4.2 Respon Frekuensi Frekuensi Kondisi Normal	29
Gambar 4.3 Respon Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Normal	30
Gambar 4.4 Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Gangguan	32
Gambar 4.5 Respon Kestabilan Frekuensi Kondisi Gangguan	33
Gambar 4.6 Respon Kestabilan Sudut Rotor Gangguan 3 Fasa.....	34
Gambar 4.7 Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Injeksi.....	36
Gambar 4.8 Respon Kestabilan Frekuensi Kondisi Injeksi	37
Gambar 4.9 Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Injeksi.....	38
Gambar 4.10 Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Normal.....	42
Gambar 4.11 Respon Kestabilan Frekuensi Kondisi Normal.....	43
Gambar 4.12 Respon Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Normal.....	44
Gambar 4.13 Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Gangguan Gen. XY.....	45
Gambar 4.14 Respon Kestabilan Frekuensi Kondisi Gangguan Gen. XY.....	46
Gambar 4.15 Respon Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Gangguan Gen. XY.....	47
Gambar 4.16 Respon Nilai Kestabilan Tegangan Kondisi Normal.....	51
Gambar 4.17 Respon Nilai Kestabilan Frekuensi Kondisi Normal.....	52
Gambar 4.18 Respon Nilai Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Normal.....	53
Gambar 4.19 Respon Nilai Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Gangguan 3 Fasa.....	55
Gambar 4.20 Respon Kestabilan Frekuensi Kondisi Gangguan 3 Fasa.....	56
Gambar 4.21 Respon Kestabilan Sudut Rotor Kondisi	

Gangguan 3 Phasa.....	57
Gambar 4.22 Respon Nilai Kestabilan Tegangan Ketika PLTP Ulumbu diinjeksikan.....	59
Gambar 4.23 Respon Nilai Kestabilan Frekuensi Bus 10 Ketika PLTP Ulumbu diinjeksikan.....	60
Gambar 4.24 Respon Nilai Kestabilan Sudut Rotor Ketika PLTP Ulumbu diinjeksikan.....	61
Gambar 4.25 Single Line Diagram PLTP Ulumbu.....	66
Gambar 4.26 Respon Kestabilan Tegangan Saat Kondisi Normal.....	67
Gambar 4.27 Respon Kestabilan Frekuensi Saat Kondisi Normal.....	68
Gambar 4.28 Respon Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Normal.....	69
Gambar 4.29 Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Gangguan 3 Phasa.....	70
Gambar 4.30 Respon Kestabilan Frekuensi Kondisi Gangguan 3 Phasa.....	71
Gambar 4.31 Respon Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Gangguan 3 Phasa.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penentuan Besaran Pada Setiap Bus.....	6
Tabel 3.1 Data Pembangkit	17
Tabel 3.2 Data Transformator	17
Tabel 3.3 Data Beban	18
Tabel 3.4 Data Saluran	18
Tabel 3.5 Data PLTP.....	22
Tabel 3.6 Data Transformator PLTP	22
Tabel 3.7 Data Beban PLTP	23
Tabel 3.8 Data Power Grid PLTP	23
Tabel 4.1 Nilai Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Normal	28
Tabel 4.2 Nilai Respon Kestabilan Frekuensi Kondisi Normal	29
Tabel 4.3 Nilai Respon Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Normal	31
Tabel 4.4 Nilai Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Gangguan 3 Fasa	32
Tabel 4.5 Nilai Respon Kestabilan Frekuensi Kondisi Gangguan	33
Tabel 4.6 Respon Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Gangguan 3 Fasa	35
Tabel 4.7 Nilai Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Injeksi	36
Tabel 4.8 Nilai Respon Kestabilan Frekuensi Kondisi Injeksi	37
Tabel 4.9 Nilai Respon Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Injeksi	38
Tabel 4.10 Perbandingan Nilai Respon Kestabilan Tegangan Setiap Kondisi.....	39
Tabel 4.11 Perbandingan Nilai Respon Kestabilan Frekuensi Setiap Kondisi	40
Tabel 4.12 Perbandingan Nilai Respon Kestabilan Sudut Rotor Setiap Kondisi.....	40
Tabel 4.13 Nilai Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Normal.....	42
Tabel 4.14 Nilai Respon Kestabilan Frekuensi Kondisi Normal.....	43
Tabel 4.15 Nilai Respon Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Normal.....	44
Tabel 4.16 Nilai Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Gangguan.....	46
Tabel 4.17 Nilai Respon Kestabilan Frekuensi Kondisi Gangguan.....	47
Tabel 4.18 Nilai Respon Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Gangguan...	48
Tabel 4.19 Perbandingan Nilai Respon Kestabilan Tegangan Setiap Kondisi.....	49

Tabel 4.20 Perbandingan Nilai Respon Kestabilan Frekuensi Setiap Kondisi.....	49
Tabel 4.21 Perbandingan Nilai Respon Kestabilan Sudut Rotor Setiap Kondisi.....	50
Tabel 4.26 Nilai Respon Kestabilan Tegangan Saat Kondisi Normal.....	51
Tabel 4.23 Nilai Respon Kestabilan Frekuensi Kondisi Normal.....	52
Tabel 4.24 Nilai Respon Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Normal.....	54
Tabel 4.25 Nilai Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Gangguan 3 Fasa.....	55
Tabel 4.26 Nilai Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Gangguan 3 Fasa.....	58
Tabel 4.27 Nilai Respon Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Gangguan.....	59
Tabel 4.28 Nilai Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Injeksi PLTP Ulumbu.....	61
Tabel 4.29 Nilai Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Gangguan 3 Fasa.....	62
Tabel 4.30 Nilai Respon Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Injeksi PLTP Ulumbu.....	63
Tabel 4.31 Perbandingan Nilai Respon Kestabilan Tegangan Setiap Kondisi.....	64
Tabel 4.32 Perbandingan Nilai Respon Kestabilan Frekuensi Setiap Kondisi.....	65
Tabel 4.32 Perbandingan Nilai Respon Kestabilan Sudut Rotor Setiap Kondisi.....	67
Tabel 4.33 Nilai Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Normal.....	68
Tabel 4.34 Nilai Respon Kestabilan Frekuensi Kondisi Normal.....	69
Tabel 4.35 Nilai Respon Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Normal.....	70
Tabel 4.36 Nilai Respon Kestabilan Tegangan Kondisi Gangguan.....	71
Tabel 4.37 Nilai Respon Kestabilan Frekuensi Kondisi Normal.....	72
Tabel 4.38 Nilai Respon Kestabilan Sudut Rotor Kondisi Gangguan...	73
Tabel 4.39 Perbandingan Nilai Respon Kestabilan Tegangan Setiap Kondisi.....	74
Tabel 4.40 Perbandingan Nilai Respon Kestabilan Frekuensi Setiap Kondisi.....	74

Tabel 4.41 Perbandingan Nilai Respon Kestabilan	
Sudut Rotor Setiap Kondisi.....	74

